

PERBANDINGAN PENGHASILAN KARBON TERAKTIF DENGAN KAEDAH FIZIKAL DAN KAEDAH KIMIA

NORMAH MULOP DAN RAMLAN ABD AZIZ
Fakulti Kejuruteraan kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli
Universiti Teknologi Malaysia
Kuala Lumpur

Abstrak

Karbon teraktif daripada tempurung kelapa sawit telah dihasilkan dengan kaedah fizikal dan kaedah kimia di dalam loji pandu yang sama. Perbandingan penghasilan antara dua kaedah ini adalah dari segi kos pengoperasian, tempoh pengoperasian dan juga kualiti karbon teraktif. Kajian menunjukkan kos penghasilan karbon teraktif dengan kaedah fizikal adalah lebih rendah berbanding dengan kaedah kimia dan juga lebih rendah daripada harga pasaran karbon teraktif.

1.0 PENGENALAN

Terdapat beberapa kaedah boleh digunakan untuk menghasilkan karbon teraktif. Kaedah-kaedah utama ialah penghasilan secara fizikal, kimia dan gabungan fizikal- kimia.

Satu loji pandu untuk menghasilkan karbon teraktif dari bahan buangan pertanian seperti tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit telah direkabentuk dan dibina di UTM, Kuala Lumpur. Loji pandu tersebut dengan muatan maksimum 27 kg bahan mentah berkeupayaan menghasilkan karbon teraktif berbutir dengan kaedah fizikal dan juga kaedah kimia. Bahan suap yang digunakan dalam kajian ialah tempurung kelapa sawit. Kaedah fizikal melalui 2 langkah untuk menghasilkan karbon teraktif. Langkah pertama ialah proses pengkarbonan kepada arang dan diikuti dengan proses pengaktifan arang kepada karbon teraktif. Stim digunakan sebagai media pengaktifan. Kaedah kimia pula menggunakan bahan kimia seperti asid fosforik yang digaulkan dengan bahan mentah sebelum bahan mentah tersebut dikarbonkan kepada karbon teraktif. Kaedah gabungan fizikal-kimia menggunakan stim ke atas karbon teraktif yang telah dihasilkan secara kimia. Dengan itu karbon teraktif kaedah kimia mengalami proses pengaktifan lanjut.

Perbandingan dilakukan dari segi ekonomi, tempoh pengoperasian dan juga kualiti karbon teraktif yang dihasilkan.

2.0 KAEDAH

Bahan mentah yang telah digunakan ialah tempurung kelapa sawit. Dua kaedah penghasilan karbon teraktif telah dijalankan iaitu secara fizikal dan secara kimia.

a) Penghasilan karbon teraktif dengan kaedah fizikal.

Proses pengkarbonan di dalam loji pandu dijalankan selama 5 jam pada suhu 450°C bagi memastikan semua bahan mentah bertukar kepada arang. Arang yang telah sejuk seterusnya diaktifkan dengan menggunakan stim pada suhu 800°C selama 1 jam.

- b) Penghasilan karbon teraktif dengan kaedah kimia.

Bahan mentah tempurung sawit direndam di dalam larutan asid fosforik. Bahan mentah tersebut diasingkan daripada larutan asid dan dikeringkan dengan menggunakan matahari sebelum dikarbonkan pada suhu 450°C selama 3 jam.

Karbon teraktif terhasil disejukkan dan dibasuh dengan larutan beralkali NaOH dan kemudian dibasuh pula dengan air bagi mengurangkan abuk dan keasidan karbon teraktif. Seterusnya karbon teraktif yang telah dibasuh dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 105°C selama sekurang-kurangnya 4 jam untuk mengurangkan kandungan air.

Pengujian kualiti dijalankan dengan penentuan luas permukaan tentu dan juga penelitian struktur permukaan karbon teraktif tersebut.

3.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Proses pengkarbonan daripada loji pandu menghasilkan antara 0.3-0.35 kg arang bagi setiap kg bahan mentah yang digunakan dan pengaktifan fizikal menghasilkan 0.9 kg karbon teraktif per kg arang yang diaktifkan (Mahadzir et al, 1991). Pengaktifan kimia pula memperolehi antara 0.3-0.35 kg karbon teraktif daripada 1 kg bahan mentah yang digunakan (Arbain et al, 1992). Perbandingan kos penghasilan merangkumi kos bahan api, kos bahan kimia dan kos tenaga proses pengeringan karbon teraktif tidak termasuk kos loji pandu serta buruh adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1: Perbandingan kos penghasilan karbon teraktif

KAEDAH FIZIKAL		KAEDAH KIMIA	
kos bahan api 5 jam proses pengkarbonan	RM 1.50/kg arang	kos bahan api 3 jam proses pengkarbonan	RM 1.70/kg karbon teraktif
kos bahan api 1 jam proses pengaktifan	RM 1.18/kg karbon teraktif	kos asid fosforik (berlainan kepekatan asid)	RM 40-70/kg karbon teraktif
kos penghasilan stim	~ RM 0.15/kg karbon teraktif	kos NaOH	RM 0.85/kg karbon teraktif
		kos air basuhan (kadar industri)	RM 0.10/kg karbon teraktif
		kos tenaga ketuhar pengeringan	~ RM 0.30/kg karbon teraktif
Jumlah	RM 2.83/kg karbon teraktif	Jumlah	~ RM 42-74/kg karbon teraktif
kos karbon teraktif serbuk dalam pasaran RM 24.00/kg (Hai-Ou Company Sdn. Bhd., 1994)			

Jadual 1 menunjukkan kos pengoperasian untuk menghasilkan karbon teraktif dengan kaedah fizikal dan kaedah kimia ialah RM 2.83/kg dan RM 42-73 /kg masing-masing. Kos bahan api proses pengaktifan bagi kaedah fizikal boleh dikurangkan dengan melakukan proses tersebut seurus selepas proses pengkarbonan selesai tanpa menyejukkan arang yang dihasilkan. Kos asid fosforik dan kos NaOH sangat tinggi kerana

kajian menggunakan larutan bahan tersebut hanya sekali. Kos penghasilan karbon teraktif kaedah kimia boleh dikurangkan dengan menggunakan larutan asid dan larutan alkali NaOH berulang kali. Kepekatan asid dan kepekatan alkali perlu diselarasakan setiap kali proses pencampuran asid dengan bahan mentah dan juga basuhan karbon teraktif dijalankan.

Kos penghasilan stim bergantung kepada ciri-ciri dandang yang digunakan seperti kecekapan dandang serta suhu dan tekanan pengoperasian dandang, suhu air suapan dandang dan kadar alir bahan api. Kajian ini menggunakan dandang John Thompson dengan muatan 15,000 lb/jam yang telah berusia 20 tahun. Muatan dandang adalah lebih besar daripada keperluan proses menyebabkan penghasilan stim dan penggunaan stim tidak ekonomi.

Terdapat kajian penyelidikan menghasilkan karbon teraktif dengan kaedah kimia menggunakan bahan kimia zink klorida sebagai bahan tambah pengaktifan. Kajian-kajian ini menggunakan nisbah bahan mentah kepada zink klorida yang berlainan. Jadual 2 menunjukkan hubungan nisbah bahan mentah kepada zink klorida dan kos zink klorida yang diperlukan dalam penghasilan karbon teraktif. Kos ini tidak termasuk kos bahan kimia lain, kos tenaga untuk proses pengkarbonan, kos proses peneutralan asid dan kos pengeringan karbon teraktif. Peratus pertukaran bahan mentah kepada karbon teraktif dianggap sama dengan kajian yang diperolehi daripada loji pandu iaitu 35 %. Daripada kos bahan kimia sahaja menunjukkan kos penghasilan karbon teraktif amat mahal jauh melebihi harga pasaran karbon teraktif. Dengan itu nisbah bahan mentah kepada bahan kimia yang digunakan adalah tidak praktikal.

2: Hubungan kos zink klorida dan nisbah baham mentah:zink klorida

Nisbah bahan mentah:zink klorida	Kos zink klorida, RM
1:1 (1kg:1kg) (Mohd Zubir et al, 1994)	kos zink klorida (gred industri) 72.00/kg
	kos zink klorida 72.00/kg bahan mentah
	kos zink klorida 206.00/kg karbon teraktif
1:2.6 (1 kg:2.6kg) (Asiah et al, 1991)	kos zink klorida 187.20/kg bahan mentah
	kos zink klorida 534.80/kg karbon teraktif

Di samping kos bahan kimia yang mahal, kaedah kimia melibatkan kos penghasilan yang lebih tinggi kerana ia memerlukan aktiviti yang lebih banyak dan tempoh yang lebih lama (hampir sekali ganda) sebelum hasil karbon teraktif sedia untuk dibungkus. Jadual 3 menunjukkan perbandingan tempoh proses penghasilan karbon teraktif antara kaedah fizikal dan kaedah kimia. Tempoh yang lebih lama melibatkan penghasilan yang lebih rendah bagi kadar per hari pengoperasian.

Jadual 4 menunjukkan perbandingan luas permukaan tentu karbon teraktif daripada kedua-dua kaedah yang dijalankan. Kaedah kimia memberi nilai luas permukaan tentu yang lebih tinggi berbanding dengan kaedah fizikal. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi luas permukaan tentu karbon teraktif. Bagi kaedah fizikal, antara faktor yang terlibat ialah jangka masa pengaktifan dan kadar alir stim. Faktor yang mempengaruhi kaedah kimia pula ialah kepekatan asid yang digunakan. Rajah 1 dan Rajah 2 masing-masing menunjukkan struktur permukaan karbon teraktif daripada kaedah fizikal dan kaedah kimia. Liang-liang jelas kelihatan di permukaan kedua-dua jenis karbon teraktif tersebut.

Jadual 3: Perbandingan tempoh proses penghasilan karbon teraktif

KAEDAH FIZIKAL		KAEDAH KIMIA	
Pengkarbonan	5 jam	Pencampuran dengan bahan kimia	0.5 jam
Pengaktifan	1 jam	pengeringan bahan kimia (matahari)	4 jam
Penyejukan karbon teraktif	2 jam	Pengkarbonan	3 jam
		Penyejukan karbon teraktif	2 jam
		Pencutralan asid (basuhan)	0.5 jam
		Pengeringan karbon teraktif	> 4jam
Jumlah	8 jam	Jumlah	>14 jam

Jadual 4: Perbandingan luas permukaan tentu karbon teraktif

KAEDAH	LUAS PERMUKAAN TENTU, m ² /g
Kaedah fizikal	~ 500
Kaedah kimia	600 -750

Selain daripada kos penghasilan yang tinggi, kaedah kimia melibatkan beberapa masalah seperti:

- 1- Kakisan pada alatan disebabkan oleh bahan kimia (asid) yang digunakan.
- 2- Pencemaran udara yang lebih teruk disebabkan oleh pewapan bahan kimia semasa proses pengkarbonan.
- 3- Air basuhan karbon teraktif perlu dirawat sebelum dibuang atau digunakan semula. Ini melibatkan kos tambahan dan juga masa.

Penjimatan boleh dilakukan dengan menggunakan haba yang terdapat dalam gas serombong relau pemanasan. Gas panas tersebut terutama semasa proses pengaktifan (suhu >800°C) boleh digunakan untuk mengeringkan bahan mentah, mengeringkan karbon teraktif (kaedah kimia) dan juga memanaskan air suapan dandang (kaedah fizikal). Penjana stim yang sesuai dengan keperluan proses pengaktifan juga perlu dipertimbangkan untuk mengelakkan pembaziran stim dan kos.

4.0 KESIMPULAN

1. Kos penghasilan karbon teraktif dengan kaedah fizikal adalah lebih rendah berbanding dengan kaedah kimia dan juga harga pasaran karbon teraktif. Dengan itu kaedah fizikal boleh dimajukan ke peringkat komersial.

2. Kaedah kimia memberi luas permukaan tentu yang lebih tinggi berbanding dengan kaedah fizik.
3. Penjimatan kos penghasilan boleh dilakukan dengan mengubahsuaikan sistem pemprosesan yang terlibat seperti menggunakan haba buangan dalam gas serombong dan penggunaan penjana stim yang sesuai dengan keperluan proses.

5.0 PENGHARGAAN

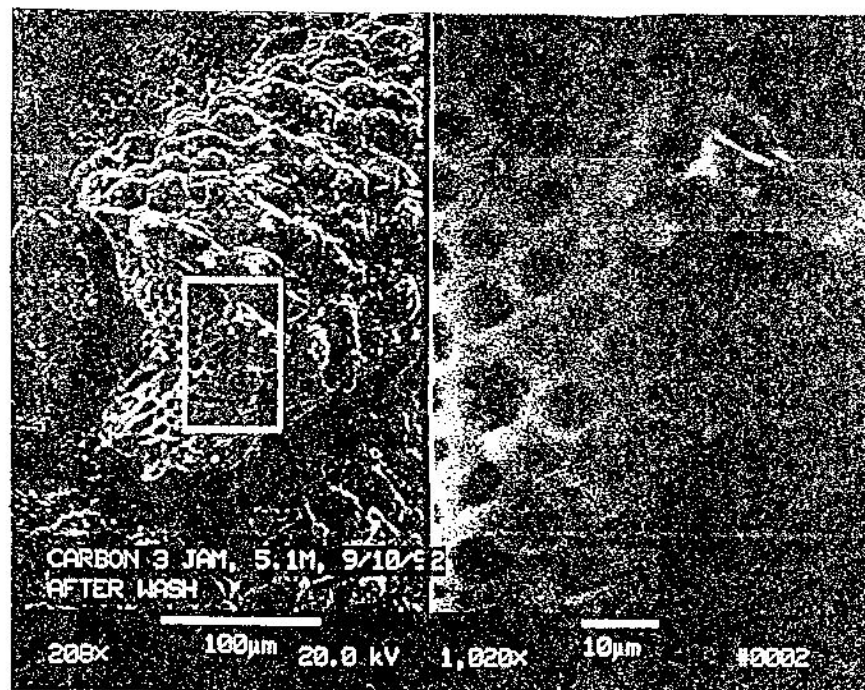
Terima kasih kepada IRPA dan Unit Penyelidikan dan Pembangunan, Universiti Teknologi Malaysia yang telah memberikan sumber kewangan bagi membolehkan projek ini dilaksanakan. Juga pengarang ingin mengucapkan terima kasih kepada juruteknik-juruteknik Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli Arshad Abu Hassan, Suid Sahman dan Yahya Khalid yang telah banyak membantu dalam penyelidikan ini.

6.0 RUJUKAN

1. Mahadzir Aziz, Normah Mulop dan Ramlan Abd Aziz (1991), Penghasilan Karbon Teraktif Secara Fizik. Projek Sarjana Muda Kejuruteraan Kimia, Universiti Teknologi Malaysia.
2. Arbain Ramli, Normah Mulop dan Ramlan Abd Aziz (1992), Penghasilan Karbon Teraktif Melalui Kaedah Fizik Dan Kimia. Projek Sarjana Muda Kejuruteraan Kimia, Universiti Teknologi Malaysia.
3. Maklumat daripada HAI-OU Company Sdn. Bhd. (1994)
4. Mohd Zobir Hussein, Zulkarnain Zainal, Lau Ai Ai dan Badri Muhammad, (PORIM, 1994), Penggunaan Garam-garam Kalium sebagai Agen Pengaktifan Kimia bagi Penyediaan Karbon Teraktif daripada Serepai Batang Kelapa Sawit.
5. Asiah Hussain, Rahmalan Ahmad dan Ramlan Abd Aziz, (1991). Penjerapan Bahan Berwarna Oleh Tanah Gambut Terubahsuaikan dan Karbon Diaktifkan. Bul. Kim. Jil. 3, m.s. 132-146.



Rajah 1: Stuktur permukaan karbon teraktif kaedah fizik



Rajah 2: Struktur permukaan karbon teraktif kaedah kimia